

По данным, полученным в результате исследования можно сделать вывод: с увеличением числа частиц уменьшается число итераций, необходимых для решения поставленной задачи. Время работы алгоритма уменьшается до определенного момента, затем начинает вновь увеличиваться (при к-ве частиц более 500).

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Мицель и А.А. Шелестов. Учебное пособие «Методы оптимизации» - Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2004. -256 с.
2. Эвристические методы [электронный ресурс] studfiles.net (дата обращения 15.05.2019).
3. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87 с.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ ОБЪЕКТА В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

П.В. Поваляев, А.С. Фадеев

(г. Томск, Томский политехнический университет)

e-mail: 89530680884pasha@gmail.com

OBJECT POSITION MANAGEMENT SYSTEM IN THREE-DIMENSIONAL SPACE

P.V. Povalyaev, A.S. Fadeev

(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

Abstract. The aim of the work is the development of an object control system in three-dimensional space indoors. The system can be used to move goods of various weights around the workshop, warehouse, or to move between production facilities with increased risk. Also, this system can be used in television to move television cameras in a given area. Existing analogues do not have the necessary functionality, have a fairly high price and installation difficulties. Motion control of an object in space should be carried out by winding or unwinding cables on four coils equipped with stepper motors, the system is controlled using a special remote control.

Keywords: stepper motor; moving object; stepper motor control drivers; arduino; radio channel.

Введение. В отраслях промышленности, где требуется выполнение таких технологических операций, как подъём, перемещение и укладка объекта в заданное место, используются грузоподъемные машины и механизмы, такие как краны, манипуляторы, домкраты, подъемники [1]. Такие работы производятся как в помещениях, так и на открытых площадках. Одна из таких систем нашла свое применение в современном телевидении.

Одной из особенностей в современном телевидении является использование системы для съемки — «камера-паук». «Камера-паук» — это система, которая позволяет телевизионной камере, подвешенной к системе тросов, перемещаться как по вертикали, так и по горизонтали в пределах заданной рабочей области, при этом положение гиросtabilизированного камеро-носителя определяется натяжением этих тросов. Централизованное управление тросовыми лебедками осуществляется с помощью центрального вычислительного устройства на основе команд оператора.

Наибольшее применение системы «Камера-паук» получили в задачах организации видеотрансляций со спортивных мероприятий, проводимых на стадионах [2]. Главный недостаток таких систем — это большие габариты, не позволяющие производить съемку в помещении.

Современная съемка в помещении производится носимыми видеокамерами. В виду ограничений, связанных с планировкой и доступом в определенные зоны помещения, а так-

же большого скопления людей, свободное передвижение видеооператора может быть затруднено, и может приносить дискомфорт зрителям, присутствующим на мероприятии.

Практически единственной системой, позволяющей управлять перемещением видеокамеры в трехмерном пространстве в закрытых помещениях, является система подвеса видеокамеры на управляемом кронштейне. Но высокая ее стоимость, сложность монтажа и эксплуатации, а также ограничения перемещения камеры, связанные с длиной выноса кронштейна, накладывают существенные ограничения на ее применение [3].

В рамках выполнения данной работы, в качестве альтернативы системе подвеса камеры на управляемом кронштейне, было принято решение создать недорогую, малогабаритную систему, для съемки мероприятий в закрытом помещении. При реализации системы был использован принцип работы «камера-паук».

Функционал системы не ограничивается съемкой, альтернативным применением такой системы является возможность ее применения в некоторых отраслях промышленности, требующих осуществления перемещения грузов в промышленных цехах и в складских помещениях.

Целью работы является создание системы управляемого перемещения объекта в двумерном пространстве в границах закрытого помещения.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Выбор компонентов для построения системы.
2. Разработка схемы системы.
3. Выбор способа управления шаговыми двигателями.
4. Получение навыков управления шаговыми двигателями.
5. Реализация передачи данных команд управления с помощью радиомодулей.
6. Создание цифровой модели управления положением объекта.
7. Реализация управления системой по заданной траектории.

Обзор решений, представленных на рынке. На данный момент уже существует несколько готовых решений по созданию системы оперативной индикации параметров технологического процесса на мобильные устройства, а именно: MasterSCADA 4D компании «ИнСАТ», SCADA SimpLight фирмы ООО «Симп Лайт» и разработка фирмы ООО "Электротехнические системы Сибирь". Однако каждое решение обладает своими недостатками.

В настоящее время существуют готовые решения, принцип работы которых заложен в разрабатываемой системе. Данные решения обладают схожим функционалом, а также имеют свои преимущества и недостатки.

SkyCam — это стабилизированная система камер с кабельным подвесом, управление которой производится компьютером. Система перемещается в трех измерениях в открытом пространстве, например, над игровой площадкой стадиона или арены с помощью системы кабельного привода с компьютерным управлением. Кабельный привод отвечает за доведение ракурсов [4].

Система состоит из следующих компонентов:

1. Моторизированные катушки, закрепленные по углам в наивысших точках стадиона или арены. Каждая катушка имеет двигатель мощностью 4.5 л.с. и дисковые тормоза.
2. Кабели.
3. Лонжерон, который содержит камеру, двигатель панорамирования и наклона, а также датчики стабилизации.
4. Программное обеспечение, используемое оператором для управления камерой.

Данная компания работает только на американском рынке, поскольку не соответствует мировым стандартам безопасности. Аренда и установка данной системы на один день, для стадиона стоит в среднем 350 тысяч евро.

«Robuscam» тросовая система свободного перемещения в пространстве компании «Мовиком». Система предназначена для съемки спортивных состязаний, различных развлекательных мероприятий, телешоу, сложных постановочных кадров для кинофильмов [5].

Технические характеристики системы:

1. Полная цифровая трехосевая стабилизация.
2. Отдельный канал для подключения камеры к стандартным RCP или MSU.
3. Оптоволоконный канал передачи видео и управления.
4. Скорость перемещения до 10 м/с.
5. Управление оператором с пульта.
6. Рабочая зона 200 х 200 м.
7. Масса подвеса 15 кг.
8. Продолжительность работы до 8 часов.

В ходе анализа выявлено малое количество существующих решений, использующих такой принцип работы. Основными производителями тросовых систем являются фирмы SkyCam, Moviecom, а также SpiderCam.

В результате обзора существующих технологий и решений были выделены следующие особенности тросовых систем: сложность обслуживания системы, высокая стоимость создания, установки и обслуживания, возможность перемещения телевизионных камер над игровым полем, возможность расширения рабочей зоны, возможность свободного перемещения объекта в трехмерном пространстве.

Также были определены основные компоненты на основе которых происходит создание тросовой системы.

Проектирование системы управления положением объекта в трехмерном пространстве. На рисунке 1 представлена разрабатываемая система.

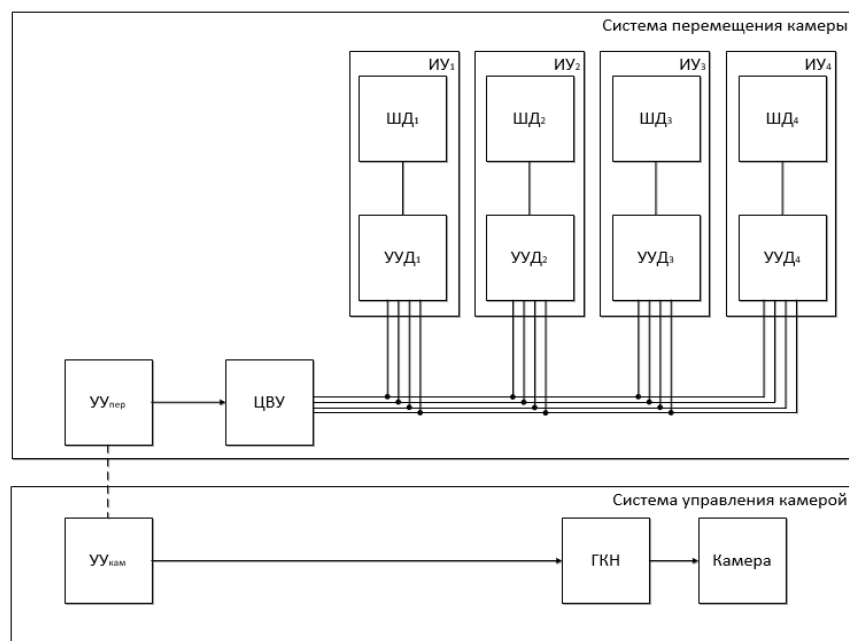


Рисунок 1 – Структурная схема системы перемещения объекта в трехмерном пространстве

На данном рисунке введены следующие обозначения, где:

- ГКН — гиростабилизированный камеро-носитель;
- УУпер — устройство управления перемещением;
- УУкам — устройство управления камерой;
- УУДn — устройство управления двигателем;
- ЦВУ — центральное вычислительное устройство;
- ШДn — шаговый двигатель.

На основе принципов работы системы были выделены основные элементы из которых состоит разрабатываемая система:

1. Устройство управления.

2. Исполнительное устройство.
3. Устройство передачи данных.
4. Гиросtabilизированный камеро-носитель.

В качестве устройства управления выбрана плата Arduino UNO, обладающая достаточным количеством вычислительных ресурсов для реализации системы управления перемещением объекта в трехмерном пространстве, а также данная имеет открытую среду разработки и готовые библиотеки, что значительно ускоряет процесс разработки системы.

В качестве исполнительного устройства в ходе подбора оборудования было решено использовать моторизованную катушку. Вращение катушки, а, следовательно, намотка и разматыванием леска, осуществляется двигателем. После проведения анализа решено использовать биполярный двигатель нема 17, отличающийся своими характеристиками: высоким крутящим моментом, составляющим 4.4 кг*см и низкой стоимостью.

Для реализации дистанционного управления и передачи данных по радиоканалу был выбран радиомодуль NRF24L01. Данный модуль имеет низкую стоимость, высокую дальность связи в 1100 метров, также одним из главных преимуществ модуля можно отметить полудуплексную связь, позволяющую реализовать обратную связь, что позволит производить поиск возможных ошибок и проблем в работе устройства.

Для реализации дистанционного управления и передачи данных по радиоканалу был выбран радиомодуль NRF24L01. Данный модуль имеет низкую стоимость, высокую дальность связи в 1100 метров, что в дальнейшем позволит увеличить рабочую зону разрабатываемой системы, также одним из главных преимуществ модуля можно отметить полудуплексную связь, позволяющую реализовать обратную связь, тем самым облегчив процесс проектирования системы, а также поиска возможных ошибок и проблем в работе устройства.

Реализация системы управления положением объекта в трехмерном пространстве.

1. Реализация исполнительного устройства. Управление системой выполняется при помощи платы Arduino UNO со встроенным микроконтроллером ATmega328P. В системе, согласовано с контроллером, работает драйвер шагового двигателя типа L298N, питающий моторизованную катушку, оснащенную двигателем Nema 17, для управления шаговым двигателем была использована стандартная библиотека Stepper.h. Для регулирования времени шага двигателя в схему, представленную на рисунке 2, введен джойстик KY-023.

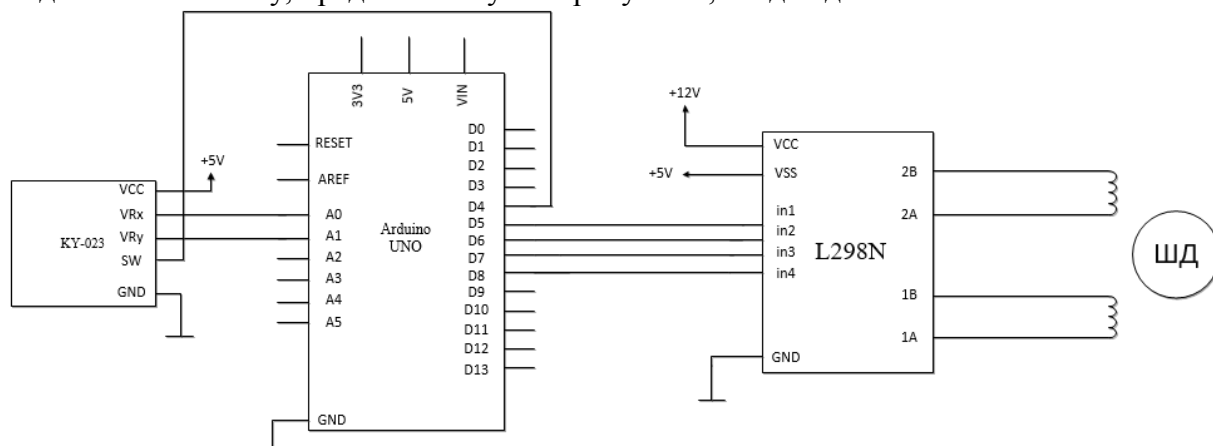


Рисунок 2 — Принципиальная схема исполнительного устройства

2. Реализация системы передачи данных. Для регулирования работы двигателей было принято решение перенести все операции, которые не относятся к управлению двигателями, на отдельную плату и управлять каждым двигателем по отдельности с использованием передачи данных по радиоканалу, реализация передачи данных по радиоканалу представлена на рисунках 3. Данный способ заключается в том, что на отдельной плате производятся все необходимые вычисления, затем управляющее воздействие при помощи радиомодуля NRF24L01, отправляется на четыре отдельных платы для управления двигателями.

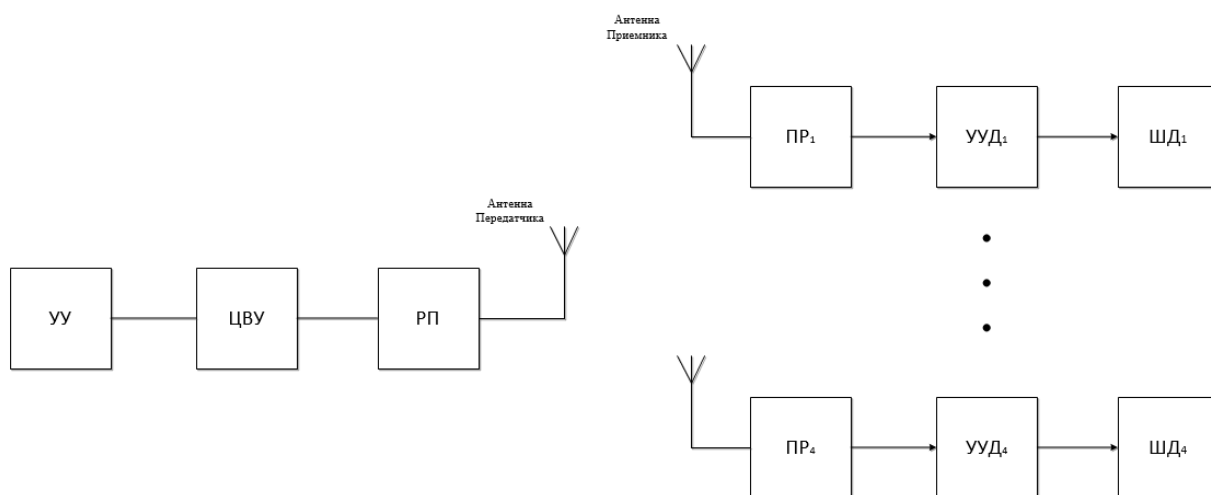


Рисунок 3 — Передача данных с использованием радиомодуля NRF24L01

На данном рисунке введены следующие обозначения, где:

УУ — устройство управления;

ЦВУ — центральное вычислительное устройство;

РП — радиопередатчик;

ПР — приемник радиосигнала;

УУДn — устройство управления двигателем;

ШДn — шаговый двигатель.

К платам Arduino UNO были подключены радиомодули. Затем были настроены радиомодули, модуль подключенный к центральной вычислительной плате является передатчиком, модули, подключенные к платам с шаговыми двигателями, являются приёмниками. Далее необходимо указать параметры для модулей: номер канала, скорость передачи, мощность передачи и идентификатор трубы. При старте работы модулям присваивается режим работы, в зависимости от настроек – передача данных или прием данных.

В связи с тем, что работа модулей осуществляется в радиочастотном диапазоне ISM 2,4 ГГц, на котором работают WiFi и Bluetooth передача данных происходила некорректно из-за присутствия шумов на каналах передачи данных. Для устранения данной проблемы был написан алгоритм проверки каналов на наличие шумов, если же в ходе проверки встречается не зашумленный канал, то определяется номер этого канала и в дальнейшем этот канал используется для передачи сигналов.

3. Создание цифровой модели системы. Средствами визуализации программного пакета CoDeSys была разработана мнемосхема системы. В цифровой модели был реализован алгоритм подсчета основных параметров системы, а именно угловой скорости, которую необходимо задать двигателям, для нормального функционирования системы. Также присутствует возможность отработки определенных траекторий движения, которые задает пользователь.

В мнемосхеме присутствует возможность изменения траектории движения объекта, и визуализация работы системы. Создание мнемосхемы системы позволяет наглядно эмулировать динамику системы и поведение при заданных параметрах, что дает возможность отладки системы, экономии ресурсов и времени, также произвести серии отладочных экспериментов при введении новых функций.

4. Тестирование работы системы. Создание визуализации системы и алгоритма вычисления скоростей в программном пакете CoDeSys позволяет воспроизвести движение объекта в реальной системе, используя при этом траектории движения из CoDeSys. Данные эксперименты необходимы для анализа поведения системы в реальных условиях, выявления ошибок при работе системы и отклонений параметров от заданных значений.

Алгоритм созданный с помощью программного пакета CoDeSys был интегрирован в основной код программы вычислительного устройства. Скорости, получаемые в результате расчетов через радиоканалы, отправляются непосредственно двигателям.

Был произведен тестовый запуск системы, в качестве стартовой траектории движения для объекта было выбрано движение по прямой, изначально объект перемещался по вертикальной оси, затем по горизонтальной. Перемещение реального объекта происходило согласно заданной траектории без отклонений. Однако отсутствовала плавность работы двигателей.

Вывод. В результате выполненной работы изучены основные способы управления шаговыми двигателями, что ускоряет процесс создания исполнительного устройства. В ходе работы, в связи с введением центрального управляющего устройства, были изучены способы передачи данных, а также реализована передача данных по радиоканалу при помощи радиомодулей, что повышает мобильность и безопасность системы.

Также была разработана цифровая модель системы в программном пакете CoDeSys, которая позволяет моделировать и отлаживать новые технические решения.

Заключительным этапом разработки является объединение всех комплектующих в единую систему. Также произведена отработка созданного алгоритма для расчёта основных параметров, и траекторий движения, заданных пользователем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс] / Анализ погрузочно-разгрузочных операций // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-pogruzочно-razgruzочных-operatsiy-priprovedenii-avariyno-spasatelnyh-rabot-i-razrabotka-mehanizirovannogo-sposobaottsepkі> — Дата обращения 19.05.2019.
2. Мир спутниковых технологий [Электронный ресурс] / Spidercam: паук над стадионом // URL: <http://www.sputres.ru/?p=1762> — Дата обращения 19.05.2019.
3. Today Production [Электронный ресурс] / Кран для съёмок // URL: http://todayproduction.ru/kran_dlya_semok/ — Дата обращения 19.05.2019.
4. SKYCAM [Электронный ресурс] / INTERNATIONAL LEADER // URL: <http://skycam.tv.s28625.gridserver.com/sample-page-2/feat-of-engineering/> — Дата обращения 20.05.2019.
5. MOVICOM [Электронный ресурс] / Роботизированный съёмочный комплекс ROBYCAM // URL: <https://www.movicom.ru/ru/products/robycam.html> — Дата обращения 20.05.2019.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УМНОГО ДОМА ЯНДЕКСА

В.А. Рачис

(г. Томск, Томский политехнический университет)

e-mail: seva-ra4is@mail.ru

DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR YANDEX SMART HOME

V.A. Rachis

(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

Abstract. Voice assistants lately more and more part of everyday life, one of them is Alice from the company Yandex. Now the company is promoting a smart home system. This paper presents the analytical part of the work to create a device for this platform.

Keywords: Alice, Yandex, smart home, development, smart device

Введение. Голосовые помощники последнее время всё больше и больше входят в повседневную жизнь. На рынке уже представлены зарубежные варианты: *Siri (Apple)*, *Google*